G Ital Med Lav Erg 2004; 26:2, 1-10
www.gimle.fsm.it
© PI-ME, Pavia 2004

Michela Sarnico

Dispositivi di protezione individuale degli occhi

Relazione presentata al* meeting interno *della Scuola di Specializzazione in Medicina del Lavoro dell'Università degli Studi di Brescia del 21/01/03

Scuola di Specializzazione di Medicina del Lavoro, Università degli Studi di Brescia

1. Introduzione

Il D.Lgs. 626/94 (art. 40) definisce come dispositivi di protezione individuale (DPI) "qualsiasi attrezzatura destinata ad essere indossata o tenuta dal lavoratore affinchè sia protetto da uno o più rischi suscettibili di minacciarne la sicurezza e la salute durante il lavoro, nonché ogni complemento o accessorio destinato a tale scopo".

Nel caso specifico, i DPI oculari sono dispositivi di varia tipologia (occhiali, maschere, schermi e visiere) atti a prevenire infortuni e malattie professionali agli occhi, causati da agenti meccanici, chimici, biologici, termici o da radiazioni visibili, UV, IR, ionizzanti e laser.

Il D.Lgs. 475/92 indica che tutti i DPI destinati alla protezione degli occhi sono classificati prevalentemente nella II categoria, ovvero DPI che non appartengono nè alla I categoria (DPI che salvaguardano da rischi di lieve entità, per esempio i guanti da giardinaggio), nè alla III categoria (DPI che salvaguardano da rischi di morte o di lesioni gravi e di carattere permanente, per esempio le maschere respiratorie).

Esistono, però, alcune eccezioni: i DPI oculari utilizzati in ambienti di lavoro esponenti ad alte temperature, a radiazioni ionizzanti e a rischi elettrici appartengono alla III categoria; i DPI oculari che proteggono dalla luce solare e quelli utilizzati durante lo svolgimento di attività sportive quali il nuoto e lo sci, appartengono alla I categoria.

Attualmente, gran parte delle basi teoriche e delle modalità di utilizzo dei DPI oculari derivano da:

– D.Lgs. 475/'92, in particolare l'allegato II, nel quale al punto 2.3 si elencano i requisiti fondamentali dei DPI oculari e del viso e al punto 3.9.1 viene presa in considerazione la protezione oculare contro le radiazioni non ionizzanti;
– D.Lgs. 626/94, in particolare l'allegato IV (classificazione dei DPI oculari, che verrà di seguito trattata) e V (attività che richiedono l'obbligo dei DPI oculari: saldatura, molatura e tranciatura; scalpellatura, lavorazione e finitura pietre; meccanica con uso di estrattori di bulloni o impiego di macchine asporta trucioli durante la lavorazione di materiali che producono trucioli corti; fucinatura a stampo, rimozione e frammentazione di schegge; sabbiatura, manipolazione di prodotti acidi e alcalini, disinfettanti e detergenti corrosivi; impiego di pompe a getto liquido, manipolazione di masse incandescenti fuse o lavori in prossimità delle stesse; lavori che comportino esposizione a calore radiante; impiego di laser);
– D.M. 02/05/01 (criteri per l'individuazione e l'uso dei DPI) e in particolare l'allegato III (protezione oculare contro le radiazioni infrarosse);
– Le norme Europee:
  1. norma UNI EN 165 -Vocabolario - fornisce un elenco con breve definizione dei termini tecnici e ottici riportati nelle norme che seguono;
  2. norma UNI EN 166 - Specifiche - contiene le specifiche di costruzione e prestazione, assieme ai requisiti di marcatura per i dispositivi di protezione dell'occhio;
  3. norma UNI EN 169: elenca i requisiti del fattore di trasmissione per i filtri di saldatura per la protezione dai raggi UV, dalle radiazioni visibili e infrarosse (IR);
  4. norma UNI EN 170: elenca in dettaglio i requisiti del fattore di trasmissione per i filtri per la protezione dalle radiazioni UV;
  5. norma UNI EN 171: elenca in dettaglio i requisiti del fattore di trasmissione per i filtri per la protezione dalle radiazioni IR;
  6. norma UNI EN 172: elenca in dettaglio i requisiti del fattore di trasmissione per i filtri per la protezione dalle radiazioni solari (abbagliamento da luce visibile);
  7. norma UNI EN 175: dispositivi di protezione dell'occhio e del viso durante la saldatura e lavorazioni affini (cappucci esclusi), da utilizzare con i filtri di saldatura definiti dalla EN 169 e 379;
  8. norma UNI EN 207: filtri e protezione dell'occhio dalle radiazioni laser;
  9. norma UNI EN 208: DPI oculari per interventi di regolazione o manutenzione sui laser;
  10. norma UNI EN 379: specifiche per i filtri di saldatura con fattore di trasmissione luminosa variabile e filtri di saldatura con duplice fattore di trasmissione luminosa.

Gli occhi, nonostante siano organi di piccole dimensioni (rivestono lo 0.27% della superficie corporea e il 4% della superficie del viso), risultano tra le sedi più colpite in caso di infortunio; in particolare, si posizionano al III posto dopo le mani e i piedi.

In Italia, tra i lavoratori assicurati INAIL, si verifica un infortunio agli occhi ogni 10 minuti (140 casi al giorno, 4 dei quali danno esito a lesioni permanenti), rappresentando una quota pari al 6% di tutti gli infortuni occupazionali, ovvero 42000 casi all'anno interessanti gli occhi, su 700000 casi di infortuni totali. Le lesioni più frequenti sono rappresentate da corpi estranei corneali (71%), seguite da causticazioni e ustioni congiuntivali (15,5%), da abrasioni corneali (9%), da traumi contusivi e ferite (6%) e da ultimo da reazioni congiuntivali di origine attinica (4,5%). I settori lavorativi maggiormente interessati sono l'industria metalmeccanica, metallurgica, l'edilizia e l'agricoltura.

È noto che il semplice impiego di un dispositivo oculare non è sufficiente a prevenire il rischio di lesioni oculari. Molto importanti sono infatti le caratteristiche meccaniche e l'appropriatezza del dispositivo, in relazione al tipo di rischio a cui il lavoratore è esposto. A tal proposito è interessante uno studio statunitense (Dannenberg et al 1992), condotto su 1052 lavoratori, da cui emerge che tra i soggetti colpiti da trauma oculare, il 40% indossava occhiali di protezione al momento dell'infortunio e i motivi di inefficacia del mezzo più frequenti erano:

– la rottura del dispositivo con penetrazione dei suoi frammenti;
– l'ingresso di schegge che avevano attraversato le lenti dell'oculare od erano passate posteriormente.

Anche nella realtà bresciana, nel 1990 è stato condotto uno studio su tutti i soggetti giunti al pronto soccorso per corpo estraneo corneale, conseguente ad infortunio sul lavoro, nell'arco di 7 giorni lavorativi nel mese di Marzo che, secondo le statistiche INAIL, presenta un indice medio di infortuni sovrapponibile a quello annuale: su un campione di 83 soggetti si è visto che le lavorazioni maggiormente in causa erano rappresentate dalla saldatura, sbavatura e conduzione dei forni in acciaierie e, gli agenti maggiormente coinvolti erano rappresentati da schegge metalliche e schizzi di metallo fuso (Apostoli et al 1990).

In relazione al rischio biologico, l'uso di dispositivi di protezione oculare, risale alla metà degli anni '80, anni in cui il loro uso ha assunto sempre maggiore importanza, soprattutto tra gli operatori sanitari, per la prevenzione di patologie virali (HCV, HBV e HIV), conseguenti al contatto congiuntiva-liquidi biologici (Mele et al 2001).

Per quanto riguarda la frequenza del tipo di esposizione, l'80% è costituita da esposizione percutanea, mentre il 16% da esposizione mucosale, tra cui la congiuntiva (Papacchini et al 1999).

Il Decreto del Ministero della Sanità del 28/09/90 *"Norme di protezione dal contagio professionale da HIV nelle strutture sanitarie ed assistenziali pubbliche e private"*, tra le norme di protezione suggerisce anche l'adozione di mezzi-barriera quali visiere ed occhiali protettivi.

Lo Studio Italiano sul Rischio Occupazionale da HIV (SIROH) ha raccolto le segnalazioni relative a circa 35000 esposizioni a rischio in operatori sanitari di circa 100 ospedali, relativamente agli anni 1990-2002: in totale sono state osservate 2 sieroconversioni per HIV (0.43% - CI 95%, 0.05%-1.53%) e 2 per HCV (0.36% - CI 95%, 0.04%-1.29%), a seguito di contaminazione congiuntivale con sangue; per l'HBV invece non sono stati osservati casi in seguito a contaminazione congiuntivale (SIROH 2003). In letteratura inoltre, è segnalato un unico caso di infezione simultanea da HIV e HCV in seguito a contaminazione congiuntivale (Ippolito et al 1999).

2. Classificazione dei DPI oculari

Dal punto di vista *morfologico-strutturale* i DPI oculari includono gli *occhiali* che proteggono gli occhi e limitatamente le cavità orbitali (fig. 1, 2); le *maschere* che proteggono sia gli occhi che le cavità orbitali (fig. 3) e i *ripari facciali* o *visiera* che proteggono sia gli occhi, che le cavità orbitali, che il viso (fig. 4, 5).

Figura 1. ***Esempio di occhiale protettivo a stanghetta***

Figura 2. ***Esempio di occhiale protettivo, dotato di ripari laterali***

Figura 3. ***Esempi di maschere protettive***

Figura 4. ***Esempio di visiera con elmetto***

Figura 5. ***Esempio di riparo facciale per saldatura con finestra per vetro inattinico***

Dal punto di vista *funzionale* (tab. I) i DPI oculari possono essere utilizzati per la protezione da:

A] urti di natura ***meccanica:*** nel caso specifico esistono dei test per la valutazione della resistenza meccanica, ovvero:

- test di robustezza incrementata: il protettore deve resistere all'impatto con una sfera di acciaio di 22 mm di diametro ed una massa di 43 gr ad una velocità di 5.1 m/sec.
- test di resistenza all'impatto: proiezione di sfere d'acciaio di 6 mm di diametro scagliate contro l'oculare, i ripari laterali e l'eventuale montatura, a 3 diverse velocità d'impatto, rispettivamente 45m/sec (bassa energia), 120m/sec (media energia) e 190 m/sec (alta energia). Non per tutte le tipologie di protettori sono previsti i tre differenti livelli di resistenza di impatto, in particolare il test di resistenza all'impatto a media energia non è applicabile per un occhiale con astine e il medesimo test ad alta energia non è applicabile per un occhiale con astine e a mascherina.

A seguito di questi tests non devono verificarsi i seguenti effetti: frattura dell'oculare; deformazione dell'oculare; rottura della montatura e rottura del riparo laterale.

Tabella I. ***Tipologia di rischio per l'occhio e fonti di rischio in ambiente di lavoro (Tratta da "Govoni e coll 2000")***

Classificazione	Pericolo	Fonte
Meccanico	Proiezione di particelle metalliche	Macchine per lavoraz. metallo, trucioli di saldatura, rivettatura, taglio fili in metallo, molatura
	Proiezione di particelle di pietra o minerali	Sabbiatura, lavoraz. pietra, scultura, molatura, trapanatura rocce
	Proiezione di particelle legnose/fibrose	Tornitua legno, abbattimento alberi, rimozione boscaglia
	Particelle grezze sospese nell'aria	Miscelaz. cemento, lavoraz. pietra, segatura del legno, sabbiatura orbitale, stoccaggio granaglie, macinatura farina, estrazione e lavoraz. carbone
	Spruzzi/schizzi di metallo fuso	Colate metallo, scrematura metallo, pressofusione, taglio con fiamma metallo, saldatura
	Acqua ad alta pressione	Taglio a getto d'acqua
	Arco elettrico da corto circuito	Sistemi di trasmissione di potenza
Chimica	Spruzzi di prodotti chimici	Candeggianti, riempimento batterie, placcatura, sgrassaggio, sverniciatura, lavorazione tramite clorurazione, miscelazioni
	Aerosol liquidi	Spruzzo/irrorazione dei raccolti, verniciatura e laccatura a spruzzo, fumigazione
	Getti di vapore	Sfiato contenitori a pressione, tubature che perdono
	Polveri fini	Miscelazione cemento, sabbiatura pareti, spargimento calce, verniciatura
	Fumi, vapori e gas	Verniciatura, applicazione adesivi, analisi gas di scarico, saldature, fumigazione
	Agenti biologici	Chirurgia, pronto soccorso, ricerca medica, gestione rifiuti
Radiazioni	Infrarossi	Fornaci, colate e fusione di metallo, saldatura a gas/brasatura, taglio con cannello
	Abbagliamento	Forni ad alte temperature, luce artificiale ad alta intensità, forte luce solare
	Ultravioletti	Saldatura ad arco elettrico, lampade ad elettroluminescenza ad elevata energia, lampade per cure odontoiatriche, archi elettrici da corto circuito, forte luce solare, impianti per la polimerizzazione delle vernici
	Laser	Apparecchiature di misura a laser, taglio a laser, radiazione diffusa da sistemi laser, produzione/riparazione di sistemi laser

B] ***liquidi*** e in particolare la protezione da gocce è garantita solo da occhiali a mascherina o visiere e la protezione da spruzzi o da qualsiasi liquido avente azione lesiva su cute e occhi, esclusivamente da visiere. In questo caso l'oculare è sottoposto ad una prova realizzata con una soluzione di fenolftalina, etanolo e acqua. Questa soluzione viene nebulizzata sul protettore da una distanza di 60 cm e non deve avvenire alcuna penetrazione.

C] ***polveri***, la cui protezione può essere assicurata esclusivamente da occhiali a mascherina; in questo caso, dopo un'esposizione di 39 minuti in un ambiente saturo di polvere di carbone, si deve evidenziare una sostanziale tenuta dell'occhiale.

D] ***gas***, la cui protezione può essere assicurata esclusivamente da occhiali a mascherina; il test viene effettuato con una soluzione a base di ammoniaca. Dopo tale esposizione la quantità di ammoniaca che passa attraverso l'occhiale deve essere trascurabile.

Si ricordi che per la protezione da polveri e da gas spesso è necessario abbinare alla protezione degli occhi anche quella delle vie respiratorie con maschere a pieno facciale e in questo caso sarà la maschera stessa ad assicurare anche la protezione oculare.

E] ***radiazione solare***, indispensabile in tutti i lavori all'aperto, soprattutto nel periodo estivo; la necessità di proteggersi da questo tipo di radiazione è duplice, in quanto le radiazioni solari sono dannose per l'occhio, inoltre l'affaticamento visivo provocato dall'esposizione alle radiazioni solari può comportare rischi infortunistici, soprattutto per chi lavora in altezza.

F] ***metalli fusi e solidi incandescenti***, la cui protezione si ottiene esclusivamente con occhiali a mascherina e visiere. I dispositivi oculari per questo tipo di protezione devono rispondere ai seguenti requisiti: il protettore deve coprire completamente la regione orbitale; il metallo fuso deve scivolare sull'oculare; l'occhiale a mascherina o il supporto delle visiere devono resistere per almeno 7 secondi alla penetrazione di una sfera d'acciaio di 6 mm di diametro mantenuta ad una temperatura di 900°C; lo schermo della visiera deve resistere per almeno 5 secondi alla prova sopra descritta.

G] ***archi elettrici***, la cui protezione si ottiene esclusivamente con visiere; il protettore non dovrà avere alcuna parte metallica. È possibile avere schermi di diversi materiali (policarbonato, PVC, acetato, propionato, ecc) con uno spessore minimo di 1.2 mm. Lo schermo dovrà essere certificato anche per la protezione da UV.

H] ***laser***: a seconda della fonte di laser (CO2, Helium-Neon, YAG, Neon-Nitrogen, Argon, Rubino, Krypton, Diodo, Alessandrite) va scelto un occhiale studiato e testato specificatamente per la protezione della lunghezza d'onda caratteristica (fig. 6).

3. Requisiti tecnici prestazionali dei DPI oculari

Ciascun dispositivo di protezione oculare è caratterizzato da una serie di requisiti prestazionali, al fine di assicurare il maggior comfort possibile:

– ogni parte dell'occhiale non deve avere spigoli e sporgenze;

Figura 6. ***Esempi di occhiali protettivi per raggi laser***

– il dispositivo deve essere il più possibile rispondente alla morfologia dell'utilizzatore, pertanto devono essere a disposizione occhiali in più taglie, con astine regolabili o adattabili alle diverse dimensioni craniche;

– la classe ottica o qualità ottica, che indica la qualità ottica della lente, va da 1 a 3 in funzione del potere rifrattivo degli oculari, in particolare:
  classe ottica 1: potere sferico ± 0.06
  potere astigmatico ± 0.06
  classe ottica 2: potere sferico ± 0.12
  potere astigmatico ± 0.12
  classe ottica 3: potere sferico ± 0.12-0.25
  potere astigmatico ± 0.25
  Alla classe ottica 1 corrisponde una migliore qualità ottica e viceversa per la classe ottica 3; pertanto gli oculari di classe ottica 3 non sono adatti per impieghi prolungati;

– l'effetto correttivo con 2 possibili alternative: impiego di DPI dotati di filtri correttivi (fig. 7) o impiego di DPI compatibili con l'utilizzo contemporaneo di occhiali da vista; in quest'ultimo caso il DPI deve avere uno spazio interno sufficiente ad ospitare l'occhiale correttivo, senza pregiudicarne la funzionalità, evitando che possano essere trasmesse azioni meccaniche all'eventuale occhiale correttivo e tanto meno all'occhio;
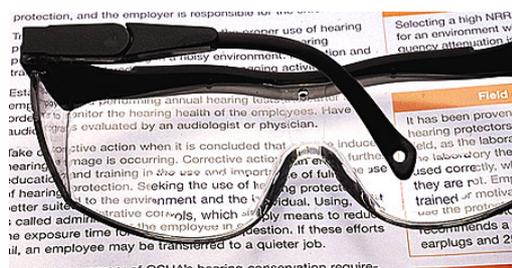
Figura 7. ***Esempio di occhiale protettivo dotato di filtri correttivi***

– la resistenza ai danni superficiali, identificata dalla lettera K;
– la resistenza all'appannamento, identificata dalla lettera N;
– la resistenza agli urti, identificata dalla lettera S se il DPI ha un grado di robustezza incrementata; F, B, A se dotato rispettivamente di resistenza all'impatto con particelle a bassa, media o alta energia;
– la protezione da spruzzi liquidi e goccioline, identificata dal numero 3;
– la protezione da particelle di polvere di grosse dimensioni (diametro > 5 µm), identificata dal numero 4;
– la protezione da gas e particelle di polveri fini, identificata dal numero 5;
– la protezione dall'arco elettrico, identificata dal numero 8;
– la protezione da metalli fusi e solidi liquidi, identificata dal numero 9;
– la protezione dal calore radiante, identificata dalla lettera G;
– l'effetto filtrante, identificato da un numero di scala a sua volta composto da due numeri separati da un trattino: il numero di codice (primo numero) e il numero di graduazione (secondo numero). Il numero di codice identifica il tipo di protezione da radiazioni luminose: pari a 2, se identifica filtri per UV; 3, se filtri per UV con buon riconoscimento dei colori; 4, se filtri per IR; 5, se filtri solari e 6, se filtri solari con specifica protezione per IR. Il numero di graduazione indica l'effetto filtrante e quindi il livello protettivo. Nel caso delle radiazioni UV, va da un minimo di 1.2 ad un massimo di 5, in funzione del grado di abbagliamento, ovvero dell'intensità della luce visibile e della sensibilità dell'operatore; nel caso delle radiazioni solari, da 1.1 a 4.1, in funzione del grado di luminosità; nel caso delle radiazioni IR è funzione della temperatura di fusione e va da 1.2, a cui corrisponde una temperatura di fusione pari a 1050°C, ad un massimo di 10 a cui corrisponde una temperatura di fusione pari a 2150°C.

Nel caso della saldatura, le radiazioni emesse hanno lunghezze d'onda che investono buona parte dello spettro elettromagnetico; i filtri per saldatura garantiscono quindi una protezione sia da raggi UV, sia da luce visibile (soprattutto nella zona della luce blu), sia da una porzione di radiazioni IR. È evidente quindi come sia necessaria una adeguata protezione degli occhi del saldatore attraverso dispositivi di protezione oculare con vetri opportunamente oscurati, definiti inattinici (fig. 8). Il numero di graduazione è funzione del grado di oscuramento, e va da un minimo di 1.2 ad un massimo di 15. Sono necessari occhiali a stanghetta o a mascherina con numero di graduazione da 1.7 a 8 variabile in funzione della portata di ossigeno (litri per ora), per i processi di saldatura a gas e ossiacetilenica; schermi a mano o maschere a casco con numero di graduazione da 8 a 15 per la saldatura ad arco, variabile a seconda dell'intensità della corrente.

Figura 8. ***Esempio di occhiale protettivo per saldatura***

Figura 9. ***Esempio di maschera automatica a cristalli liquidi per saldatura***

Da circa 25 anni esistono sul mercato internazionale le maschere automatiche a cristalli liquidi (fig. 9); il filtro, automatico, è caratterizzato da un alternarsi di polarizzatori e celle a cristalli liquidi. Quando il filtro è spento si trova in una condizione di oscuramento "di sicurezza", a graduazione 6, importante in caso di guasto elettronico, garantendo comunque un adeguato livello di protezione. Premendo il pulsante ON, il filtro si accende e il vetro diventa più chiaro, assumendo una gradazione 3, equivalente a quella di un paio di occhiali da sole, così che il saldatore può facilmente "puntare" preparandosi alla saldatura e poi, al momento di far scattare l'arco, invece di chiudere gli occhi come avviene con le maschere convenzionali, può restare con gli occhi ben aperti e cominciare contemporaneamente a saldare, in quanto in meno di 1 msec, il filtro scatta automaticamente ad una gradazione di oscuramento tra 9 e 13. Al termine della fase di saldatura, quando si spegne l'arco, ancora con un certo ritardo, il filtro torna chiaro, consentendo così di controllare il lavoro svolto e di prepararsi, puntando, ad una saldatura successiva. Le maschere automatiche possono inoltre essere fisse o variabili; ad esempio, un filtro automatico a graduazione fissa 3/12, quando è trasparente ha un numero di graduazione 3 e quando si oscura, in meno di 1 msec diventa un vetro con numero di graduazione 12; viceversa, con una maschera automatica a graduazione variabile 3/9-13, il saldatore può scegliere a quale numero di graduazione (9, 10, 11, 12 o 13) fare scattare il filtro, in modo tale che la maschera può essere usata in qualsiasi tipo di saldatura, dalle correnti più basse a quelle più alte.

È infine necessario proteggere anche gli aiuto saldatori e le altre persone che possono essere investite indirettamente dalle radiazioni da saldatura; i filtri con numero di graduazione da 1.2 a 4 possono essere utilizzati a tale scopo.

Si noti come a un numero di graduazione pari a 8 corrisponda un vetro 1000 volte più scuro di un vetro trasparente.

4. Marcatura CE dei DPI oculari

Ciascun dispositivo di protezione oculare è marcato, sull'oculare e sulla montatura, con un codice alfanumerico che identifica le capacità protettive e le caratteristiche del dispositivo.

Esempio di marcatura di un dispositivo di protezione oculare:

3-2.5	XXX	1	F	3	K	N
I	II	III	IV	V	VI	VII

Posizione I: numero di scala (numero di codice + numero di graduazione), se compare un solo numero si deve intendere un protettore per saldatura e identificherà direttamente il numero di graduazione.
Posizione II: codice di identificazione del fabbricante
Posizione III: classe ottica del protettore (1, 2, 3)
Posizione IV: livello di resistenza meccanica (S, F, B, A)
Posizione V: eventuale protezione da liquidi, polveri grosse, gas e polveri fini, archi elettrici, metalli fusi e solidi incandescenti (3, 4, 5, 8, 9)
Posizione VI: resistenza all'abrasione (K)
Posizione VII: proprietà antiappannamento (N).

Per quanto riguarda la marcatura degli occhiali laser e dei filtri automatici per saldatura, quest'ultime si differenziano dal sistema di identificazione sopradescritto.

Esempio di marcatura di un dispositivo di protezione per laser

DI	1064	L4	XXX
I	II	III	IV

Posizione I: tipo di laser per il quale è idoneo il dispositivo oculare:
D: laser continuo
I: laser ad impulsi
R: laser ad impulsi giganti
M: laser ad impulsi a modo accoppiato
Posizione II: lunghezza d'onda per la quale il filtro fornisce protezione
Posizione III: numero di graduazione, preceduto dalla lettera L (L1-L10)
Posizione IV: marchio di identificazione del fabbricante

Esempio di marcatura del filtro automatico per saldatura

3/9-13	HE	1/1/1	EN379
I	II	III	IV

Posizione I: il primo numero corrisponde alla gradazione di trasparenza e più è basso, meglio vede il saldatore in fase di puntamento; il secondo e terzo numero corrispondono al range di gradazioni di oscuramento, se maschere dotate di filtri a gradazione variabile
Posizione II: marchio di identificazione del fabbricante
Posizione III: tripletta di numeri che identifica globalmente la qualità ottica del filtro; il primo numero riporta la stessa classe ottica a cui si faceva riferimento per i vetri inattinici; gli altri 2 numeri derivano dal fatto che adesso non abbiamo più a che fare con un singolo vetro, ma con un insieme di cristalli, per cui il secondo numero identifica la classe di diffusione della luce all'interno del filtro e il terzo, la classe di variazione della trasmissione, nel senso che la cella a cristalli liquidi non è un mezzo omogeneo e quindi la trasmissione non è perfettamente uniforme in ogni punto del filtro. Al controllo finale di qualità per poter mantenere la classe 1/1/1, ogni filtro viene controllato, con una scansione computerizzata che determina, punto per punto, la trasmissione, verificandone l'uniformità
Posizione IV: certificazione o numero di standard.

5. Requisiti e criteri di scelta dei dispositivi di protezione oculare

Al fine di una scelta corretta del dispositivo oculare, è importante in prima istanza, definire la/le tipologie di rischio a cui l'operatore è soggetto (meccanico, chimico, elettrico, biologico, da radiazioni) e di conseguenza definire il grado di protezione necessaria (numero di graduazione). Inoltre indispensabile è una attenta valutazione dell'ambiente di lavoro, in particolare:

– la temperatura ambientale, in quanto se l'attività viene svolta a bassa temperatura (all'esterno durante le stagioni rigide o all'interno in ambienti refrigerati) ed è richiesto un certo livello di protezione meccanica, occorre considerare che la resistenza meccanica delle materie plastiche diminuisce al diminuire della temperatura, quindi può rendersi necessario una classe di protezione superiore;
– gli sbalzi di temperatura, se il DPI è impiegato in situazioni in cui è frequente il passaggio in ambienti a diversa temperatura, è elevato il rischio di appannamento dei filtri, con conseguente riduzione della visibilità, quindi può rendersi necessario l'adozione di filtri antiappannanti. La resistenza all'appannamento dipende anche in larga misura dalla ventilazione ambientale che andrà attentamente misurata.

È consigliabile richiedere DPI con filtri antiappannanti solo se effettivamente necessari, in quanto il trattamento antiappannante, richiede una manutenzione più accurata per i filtri, che tendono ad alterarsi più facilmente.

Da considerare è inoltre il livello di attenzione e il grado di operatività richiesto e il tempo di utilizzo nell'ambito del turno lavorativo: se il DPI va utilizzato per mansioni che richiedono elevata attenzione e grado di operatività e per tempi prolungati, diventa essenziale il comfort; pertanto andrà posta particolare attenzione al peso e alle dimensioni, all'aerazione, alla qualità ottica, alle esigenze del campo visivo ed infine alla compatibilità con altri dispositivi (elmetto, cuffie) (fig. 10).
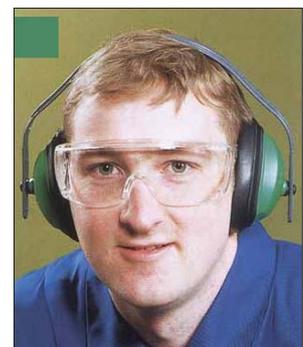
Figura 10. ***Esempio di compatibilità tra DPI diversi***

6. Manutenzione e conservazione dei DPI oculari

La manutenzione di un dispositivo è una operazione necessaria al fine di mantenere inalterate e in sicurezza le prestazioni del dispositivo stesso. Prevede l'effettuazione di tutte quelle operazioni che possono essere eseguite sull'apparecchio nel pieno rispetto delle indicazioni contenute nella nota informativa (o istruzioni per l'uso) che deve sempre accompagnare il DPI stesso. In linea generale, tutti i dispositivi vanno ispezionati prima di ogni impiego, lavati accuratamente, ogni giorno se lo stesso apparecchio viene utilizzato da persone diverse, e, almeno 1 volta/settimana se utilizzato sempre dallo stesso individuo; vanno riparati quando necessario o sostituiti e adeguatamente immagazzinati.

Per quanto riguarda l'*ispezione*, particolare attenzione va rivolta:
– all'oculare, che va sempre sostituito se presenta graffi, abrasioni o zone di appannamento;
– alla montatura, che non deve essere danneggiata o deformata, senza un eccessivo allentamento delle cerniere;
– alla fascia giro testa, che deve conservare una calzata adeguata, facilmente regolabile, conservando adeguata estensibilità se elastica.

La *pulizia* va sempre effettuata secondo le istruzioni indicate dal fabbricante, in linea generale è buona norma utilizzare un detergente non aggressivo e acqua tiepida, seguito da risciacquo e quindi asciugatura.

Qualsiasi riparazione va eseguita da personale qualificato e previamente autorizzato dal fabbricante; si ricordi che riparazioni non autorizzate possono compromettere le certificazioni e quindi la validità del dispositivo.

Durante il periodo di *conservazione*, il luogo in cui viene depositato il dispositivo deve possedere le caratteristiche adeguate in modo da non compromettere le prestazione dell'oculare. In generale, questi DPI vanno conservati in luoghi secchi, a temperature non troppo elevate, protetti da fonti eccessive di illuminazione, in contenitori resistenti alla penetrazione di polvere e di dimensioni tali da non forzare il dispositivo in posizioni inadeguate.

7. Effetti sul lavoratore indotti dal non utilizzo o dal non corretto utilizzo di un dispositivo di protezione oculare

Si possono distinguere tre tipi diversi di effetti, in particolare:
– lesioni *traumatiche* che possono variare da una lieve contusione fino all'avulsione completa del bulbo oculare e conseguente cecità (Apostoli et al 1990; Arduini et al 1987);
– effetti *acuti*: quadri di irritazione oculare caratterizzati da segni e sintomi aspecifici, quali lacrimazione, iperemia congiuntivale e sensazione di corpo estraneo; congiuntiviti attiniche; abrasioni e corpi estranei corneali; midriasi segnalata in lavoratori dell'industria farmaceutica, conseguente alla penetrazione di particelle di belladonna e atropina nell'occhio (Barkana et al 2000; Bergmanson et al 1995; Dannenberg et al 1992; Islam et al 2000; Lipscomb 2000; Tenkate et al 1997 and 1999; Watrous 1947);
– effetti *cronici*: congiuntiviti croniche; complicanze associate alla
– ritenzione di corpi estranei quali infezioni o intossicazioni se la quantità penetrata è sufficientemente grande; quadri di argirosi oculare conseguenti al deposito di granuli d'argento nello strato adenoide della congiuntiva, provocato dal contatto diretto delle dita impolverate di Ag con gli occhi (fig. 11) (Perrone et al 1977); cataratta; pterigium oculi (iperplasia della congiuntiva bulbare, la cui crescita può interessare la cornea ed essere conseguente causa di cecità), pinguecola (lesione degenerativa del tessuto connettivo fibroso e adiposo della congiuntiva bulbare, che può complicare una congiuntivite cronica o conseguire all'irritazione prolungata dell'occhio causata dalla presenza di corpi estranei o essere direttamente prodotto dall'esposizione prolungata a raggi UV); più raramente, si segnala la comparsa di alterazioni retiniche e maculopatie (Brittain 1988; Narda et al 1990; Oriowo et al 1997; Reesal et al 1989; Uniat 1986).

Figura 11. ***Esempio di argirosi oculare in un lavoratore addetto alla pulizia di posate in argento (tratta da Perrone et al, med lav '77)***

È visibile la colorazione brunastra della congiuntiva bulbare e della caruncola.

8. Effetti di un dispositivo di protezione oculare sull'utilizzatore

1. Effetti oculari

L'utilizzo di un dispositivo oculare può comportare una *riduzione del campo visivo*. Pertanto è necessario fare attenzione al fatto che un campo visivo troppo ridotto potrebbe pregiudicare la percezione di pericoli, affaticare la visione e ridurre la soglia di attenzione. L'affaticamento visivo è inoltre funzione della classe ottica dell'oculare, infatti l'impiego prolungato di oculari di scarsa qualità ottica (elevato potere diottrico o deviazioni prismatiche eccessive, classe 3) possono generare disturbi quali cefalea muscolo-tensiva e calo della soglia di attenzione.

2. Effetti cutanei

Sono rappresentati da:
– alterazioni di tipo *irritativo*, legate all'aumentata sudorazione soprattutto se gli oculari sono dotati di bordo di tenuta;

- reazioni *allergiche* conseguenti a fenomeni di sensibilizzazione verso i materiali costituenti il dispositivo: si ricordano in particolare le sensibilizzazioni al latice che spesso è il materiale costituente il bordo di tenuta e la fascia giro testa dell'oculare;
- aggravamento di condizioni pre-esistenti, favorito dalla stessa occlusione del dispositivo (soprattutto se si tratta di maschera oculare): in particolare acne rosacea e eczema seborroico;
- possibili *infezioni cutanee* conseguenti ad una non corretta manutenzione e conservazione del dispositivo.

3. Effetto di discomfort

Esistono tre tipi di discomfort:

Dolorifico: dolore al viso dopo prolungato utilizzo, a causa della pressione esercitata sulla zona periorbitaria;

Sensoriale: possibile limitazione della acuità visiva e del campo visivo;

Termico: all'interno del dispositivo si possono creare elevate temperature, soprattutto in associazione a condizioni microclimatiche sfavorevoli che favoriscono aumentata sudorazione.

9. Ruolo del medico competente

Il ruolo del medico competente, relativamente alle problematiche concernenti l'utilizzo di DPI in generale, è molto importante.

In particolare, egli dovrà stabilire se il lavoratore è idoneo allo svolgimento di una mansione che richiede l'utilizzo di un dispositivo di protezione oculare e, per ottenere questo, è fondamentale conoscere quali possono essere le conseguenze sullo stato di salute derivante dall'utilizzo di un DPI per gli occhi, al fine di poter scegliere il giusto dispositivo per il singolo individuo.

Un altro momento importante in cui la figura del medico competente non può mancare, riguarda l'attività di informazione e formazione circa il corretto utilizzo, la corretta manutenzione e conservazione del dispositivo, viste le possibili conseguenze irritative e infettive, qualora non vengano rispettate le corrette procedure.

Manifesto distribuito dall'ENPI (Ente Nazionale Prevenzione Infortuni) negli anni '60.

In particolare, facendo riferimento all'articolo 11 e 17 del D.Lgs. 626/94 il medico competente dovrà provvedere a 2 compiti fondamentali:

1 - formulare un giudizio sulla compatibilità del DPI (art. 11) in relazione ai tempi di utilizzo, alle condizioni e all'ambiente di lavoro (inteso soprattutto come condizioni microclimatiche), alle caratteristiche visive, di salute e antropometriche dell'utilizzatore;

2 - collaborare all'attività di informazione e formazione specifica per l'utilizzo dei DPI e, nel caso particolare, dei dispositivi di protezione oculare (art.17).

In riferimento al primo compito, e in particolare al giudizio che il medico deve dare sulle condizioni di salute del lavoratore, fondamentale è partire sempre da una accurata **anamnesi patologica** che dovrà far luce su qualsiasi alterazione in atto o pregressa a carico dell'apparato oculare, e su condizioni cutanee che, in presenza di dispositivi occlusivi, possono venire aggravate o scatenate.

All'anamnesi deve seguire un accurato **esame obiettivo** circa le capacità visive del soggetto attraverso una visita ergoftalmologica, una visita oculistica nel caso in cui vi sia la necessità di prescrizione per lenti correttive ed infine una valutazione delle caratteristiche del volto.

Va sottolineato che il lavoratore destinato all'utilizzo di un qualsiasi dispositivo di protezione individuale deve essere sempre in grado di svolgere la sua attività lavorativa mentre lo indossa, spetta quindi al medico competente rivalutare periodicamente le condizioni fisiche e di salute del lavoratore necessarie per poter adempiere a quelle attività richiedenti l'utilizzo del dispositivo.

Approfondimenti

1. L'utilizzo di lenti a contatto in ambiente lavorativo

L'utilizzo di lenti a contatto è oggi sempre più diffuso soprattutto tra i giovani, è quindi una problematica che il medico competente deve conoscere e saper affrontare.

Le lenti a contatto offrono una serie di vantaggi che vanno al di là del semplice fatto estetico, infatti la lente a contatto ha il pregio di offrire una migliore correzione ottica, soprattutto per difetti refrattivi quali la miopia; le dimensioni delle immagini rispettano meglio quelle reali, soprattutto per deficit visivi che superano le 4-5 diottrie; offrono un campo visivo più ampio; la distorsione delle immagini presente nell'area estrema del campo visivo offerto da una lente montata su occhiali, viene meno. Inoltre l'utilizzo di lenti a contatto diviene non sostituibile, in situazioni cliniche quali il cheratocono e come indicazione terapeutica nel caso di abrasioni ed ulcere corneali.

Le complicanze associate all'uso delle lenti a contatto derivano dalla riduzione del passaggio di ossigeno alla cornea, con conseguente sofferenza ipossica e edema delle cellule corneali, da cui derivano una serie di sintomi e segni quali: sensazione di corpo estraneo, diminuzione della sensibilità corneale (dopo uso prolungato e protratto), iperemia congiuntivale e aumentata suscettibilità ad infezioni batteriche e fungine in associazione a causa di una non corretta e adeguata manutenzione (Makitie 1984).

1.1 *Rischi associati all'uso di lenti a contatto in ambiente lavorativo in assenza di prescrizione di dispositivi di protezione oculare*

Rischio fisico: il passaggio da ambienti lavorativi con microclima caldo e umido a ambienti con microclima freddo e viceversa favorisce, per i lavoratori che indossano occhiali, l'appannamento delle lenti e quindi l'annebbiamento della visione; questo problema non esiste per i portatori di lenti a contatto. Però in condizioni microclimatiche sfavorevoli, soprattutto in ambienti ad elevate temperature, viene favorita l'evaporazione del film lacrimale, la diminuzione del contenuto idrico delle lenti a contatto morbide e la conseguente deformazione delle stesse, con possibile dislocazione intraoculare o fuoriuscita, a cui si associa una improvvisa diminuzione dell'acuità visiva e di conseguenza un aumento del rischio infortunistico. Tale possibilità si può verificare anche nel corso di attività lavorative che richiedono prolungata fissazione, che causa diminuzione della frequenza di ammiccamento e quindi evaporazione del film lacrimale, e durante lo svolgimento di tutte quelle attività in cui si verifica una emissione di energia radiante: è stato osservato che durante i processi di saldatura ad arco elettrico, l'assorbimento dell'energia radiante UV da parte della lente a contatto può provocare un aumento locale della temperatura da 18 a 53°C; questo aumento di temperatura, oltre a causare una deformazione della lente a contatto, favorisce la coagulazione delle proteine delle cellule corneali e ne aumenta la distruzione. È da rilevare, a questo proposito, che durante i processi di saldatura l'utilizzo di DPI oculari adeguati con numero di graduazione tra 8 e 13 permettono il passaggio solo dello 0.0025-0.0012% dell'energia radiante UV con lunghezza d'onda al di sotto dei 365 nm e dello 0.43-0.014% dell'energia IR con lunghezza d'onda tra 780-1400 nm e, tale quantità di energia non causa alcuna alterazione quantificabile sia a livello delle cellule corneali che sulla lente a contatto (Loriot et al 1990).

Rischio meccanico: in presenza di pulviscolo di piccolo diametro aerodisperso lenti a contatto morbide proteggono meglio la cornea rispetto a lenti rigide, avendo le prime un diametro maggiore ed una maggiore aderenza. Lenti rigide inoltre possono favorire l'intrappolamento tra la lente e la cornea del particolato favorendo meccanismi di irritazione cronica corneale. In presenza invece di particelle di grosse dimensioni (lavori di fresatura e pulitura metalli, taglio pietre ecc), mentre una lente a contatto morbida offre la stessa protezione di un occhio senza lente, la presenza di una lente rigida può aumentare, in caso di impatto, la gravità del danno corneale, essendo la frattura della lente stessa possibile causa di lesione corneale (Loriot et al 1990; Nilsson et al 1981 e 1983).

Rischio chimico: in presenza di attività lavorative che prevedono l'utilizzo di sostanze chimiche (ad esempio alcoli, acidi forti, formaldeide e composti alogenati), quest'ultime in seguito alla loro aerodispersione, vengono assorbite dalle lenti a contatto morbide, interagiscono col polimero basico costituente la lente, favorendo un effetto tossico cronico.

La presenza di lente a contatto in un occhio che è stato investito da una sostanza caustica può fungere da protezione se l'occhio viene immediatamente lavato e la lente rapidamente rimossa, in caso contrario la lente assorbe il caustico e la gravità della lesione diventa maggiore (Loriot et al 1990).

Rischio biologico: in ambienti lavorativi a rischio biologico (per esempio laboratori di microbiologia) è controindicato l'utilizzo di lenti a contatto, poichè ogni piccola abrasione corneale potrebbe diventare il punto d'inizio di una severa infezione oculare (Loriot et al 1990).

È da rilevare che, per tutte quelle attività dove è prevista la prescrizione di dispositivi di protezione oculare, è da incoraggiare il contemporaneo utilizzo di lenti a contatto, anzichè l'occhiale correttivo, perchè le prime favoriscono una migliore adesione del dispositivo di protezione e un miglior comfort per l'utilizzatore e di conseguenza una maggiore compliance all'utilizzo costante del DPI.

1.2 *Ruolo del medico competente*

Il medico competente deve elencare i nominativi dei lavoratori che utilizzano lenti a contatto; deve sincerarsi che abbiano sempre a disposizione un paio di occhiali dotati di adeguate lenti correttive; deve raccomandare ai lavoratori la stretta osservanza delle regole di igiene e manutenzione delle lenti a contatto; deve informarli sui possibili rischi associati all'uso di lenti a contatto, con particolare riferimento alla specifica tipologia di rischio (fisico, meccanico, chimico e biologico) presente in quella realtà lavorativa e, formare adeguatamente sia l'utilizzatore in prima persona, che coloro designati alla squadra di primo soccorso, su tutte le procedure da attivare in caso di emergenza, ovvero:

- nessuno deve rimuovere lenti a contatto senza prima aver rispettato le regole fondamentali dell'igiene;
- a seguito di lesioni oculari di qualsiasi tipo (trauma fisico, contatto con sostanze chimiche), l'occhio va lavato abbondantemente, immediatamente, per tempi prolungati (almeno 15 minuti), possibilmente con soluzioni a bassa osmolarità (tap water) e quindi, ove possibile, va rimossa la lente a contatto il più rapidamente possibile;
- in ogni caso poi, l'occhio deve essere esaminato da uno specialista oftalmologo.

Bibliografia

Apostoli P, Alessio L, Fioravanti P, Quaranta CA, Semeraro F, Gatti G. Indagine epidemiologica trasversale sulle lesioni oculari da corpi estranei corneali non perforanti. Atti Soc Oftalm Lombarda 1990; 45: 363-367.

Arduini L, Brunetti F. Analisi del fenomeno infortunistico in fonderie di ghisa e acciaio di seconda fusione. Rass Med Lav 1987; 7: 485-501.

Barkana Y, Belkin M. Laser eye injuries. Surv Ophthalmol 2000; 44 (6): 459-78.

Bergmanson JPG, Soderberg PG. The significance of ultraviolet radiation for eye diseases. Ophthal Physiol Opt 1995; 15 (2): 83-91.

Brittain GP. Retinal burns caused by exposure to MIG-welding arcs: report of two cases. Br J Ophthalmol 1988; 72: 570-72.

Dannenberg AL, Parver LM, Brechner RJ, Khoo L. Penetrating eye injuries in the workplace: the National Eye Trauma System Registry. Arch Ophthalmol 1992; 110: 843-848.

Decreto del Ministero della Sanità del 28/09/90. Norme di protezione dal contagio professionale da HIV nelle strutture sanitarie ed assistenziali pubbliche e private.

Decreto Legislativo del Governo n° 475 del 04/12/1992. Attuazione della direttiva 89/686/CEE del Consiglio del 21 Dicembre 1989, in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative ai dispositivi di protezione individuale; pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale Suppl. Ordin. n° 289 del 09/12/1992.

Decreto Legislativo del Governo n° 626 del 19/09/1994. Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE, 90/679/CEE, 93/88/CEE, 97/42/CE e 1999/38/CE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro; pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale Suppl. Ordin. n° 265 del 12/11/1994.

Decreto Ministeriale del 02/05/2001. Criteri per l’individuazione e l’uso dei dispositivi di protezione individuale; pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale Supp. Ordin. n° 209 del 08/09/2001.

Govoni C, Nicolini O, Poletti R, DPI 2000. Il ruolo dei DPI nell’ambito della prevenzione. Capitolo: Protezione degli occhi, 265-336. Modena, eds: Regione Emilia Romagna, ASL Modena, INAIL e ISPESL, 2000. Convegno Nazionale organizzato nell’ambito di Ambiente e Lavoro, VII salone della Sicurezza e Igiene in ambiente di lavoro.

Ippolito G, Puro V, Petrosillo N, De Carli G and the Studio Italiano Rischio Occupazionale da HIV (SIROH) group. Surveillance of occupational exposure to bloodborne pathogens in health care workers: the Italian national programme. Eurosurveillance 1999; 4: 33-6.

Islam SS, Doyle EJ, Velilla A, Martin CJ, Ducatman AM. Epidemiology of compensable work-related ocular injuries and illnesses: incidence and risk factors. J Occup Environ Med 2000; 42 (6): 575-81.

Lipscomb HJ. Effectiveness of interventions to prevent work-related eye injuries. Am J Prev Med 2000; 18 (4 Suppl): 27-32.

Loriot J, Tourte J. Hazards of contact lenses used by workers. Int Arch Occup Environ Health 1990; 62: 105-108;

Makitie J. Contact lenses and the work environment. Acta Ophthalmol 1984; suppl.161: 115-122.

Mele A, Ippolito G, Craxi A, Coppola RC, Petrosillo N, Piazza M, Puro V. Risk management of HBsAg or anti-HCV positive healthcare workers in hospital. Dig Liver Dis 2001; 33 (9): 795-802.

Narda R, Magnavita N, Sacco A, Sarnari L, Sani L. Affezioni oculari nei saldatori: uno studio longitudinale. Med Lav 1990; 81 (5): 399-406.

Nilsson SEG, Lovsund P, Oberg PA. Contact lenses and mechanical trauma to the eye. Acta Ophthalmol 1981; 59: 402-408.

Nilsson SEG, Lindh H, Andersson L. Contact lens wear in an environment contaminated with metal particles. Acta Ophthalmol 1983; 61: 882-888.

Oriowo OM, Chou BR, Cullen AP. Glassblowers’ ocular health and safety: optical radiation hazards and eye protection assessment. Ophthalmic Physiol Opt 1997; 17 (3): 311-3.

Papacchini M, Delle Piane R, Palmi S, Tomao P. Misure di prevenzione, sicurezza e profilassi nell’infezione occupazionale da HIV in Italia, Unione Europea e USA. Med Lav 1999; 90 (5): 681-692.

Perrone S, Clonfero E, Gori G, Simonato L. 4 cases of occupational argyrosis. Med Lav 1977; 68 (3): 178-86.

Reesal MR, Dufresne RM, Suggett D, Alleyne BC. Welder eye injuries. J Occup Med 1989; 31 (12): 1003-6.

SIROH (Studio Italiano Rischio Occupazionale da HIV)- Andamento delle notifiche di esposizione e delle infezioni occupazionali. Dicembre 2002. Rapporto interno. INMI Roma, Marzo 2003*.

Tenkate TD, Collins MJ. Personal ultraviolet radiation exposure of workers in a welding environment. Am Ind Hyg Assoc J 1997; 58 (1): 33-8.

Tenkate TD. Occupational exposure to ultraviolet radiation: a health risk assessment. Rev Environ Health 1999; 14 (4): 187-209.

Uniat L. Welding arc maculopathy. Am J Ophthalmol 1986; 15: 394-95.

Watrous RM. Health hazards of the pharmaceutical industry. Brit J Industr Med 1947; 4: 111.

* *Per eventuali approfondimenti contattare il Dott. Vincenzo Puro, Dipartimento di Epidemiologia, Istituto Nazionale per le Malattie Infettive “Lazzaro Spallanzani”- Via Portuense 292, 00149 Roma, Centralino Tel.: 06-551701.*